

# 钢-混组合连续梁桥混凝土的应变测试与收缩分析

周新宇

中国铁建港航局集团有限公司总承包分公司 广东 珠海 519000

**【摘要】**本研究旨在对钢-混组合连续梁桥的混凝土进行应变测试和收缩分析，以评估其性能和耐久性。依托实际工程，采用先进的试验方法和仪器，对混凝土试件进行了多方面的测试，包括混凝土的应力-应变特性、收缩性能以及与时间相关的变化，最后对收缩影响因素进行分析。研究结果为工程实践提供了有价值的参考。

**【关键词】**钢-混组合梁；应变测试；收缩应力

随着公路事业的不断发展，钢-混组合结构桥梁在桥梁工程中扮演着重要的角色。然而，钢-混组合梁的混凝土收缩徐变效应及温度效应一般比较大，在公路桥梁中，钢-混组合梁桥负弯矩区混凝土桥面板由收缩徐变作用和温度作用引起的拉应力通常与汽车荷载引起的拉应力大小相当。在这些力作用下，混凝土板受拉特别容易开裂。因此，混凝土板的收缩变形而导致负弯矩区开裂是目前钢-混组合梁桥普遍存在的问题，混凝土桥面板开裂严重影响钢-混组合梁的安全性和耐久性[1-2]。

为了深入探究钢-混组合梁在负弯矩区收缩变形规律及响应特征，本文依托实际工程，通过在试验桥的负弯矩区混凝土中埋设传感器，采用配套的数据采集系统，研究的收缩应变规律，为裂缝的控制提供数据支持和经验。

## 1 工程概况

东三环快速路工程（哈东路至规划黄河路）位于哈尔滨市道外区，工程全长约 3.49 公里。其中主线高架钢-混组合连续梁，跨径布置为 42+64+38=144m。桥面宽度 25.6m。连续钢混组合梁中支点梁高（含桥面板厚度）3.0m，高跨比为 1/20；边跨及中跨跨中梁高（含桥面板厚度）取 2.0m，高跨比为 1/21；梁高之间按二次抛物线变化。连续组合梁与小箱梁交接墩处梁高由 2.0m 线性渐变至 1.8m。

钢主梁横桥向分为四个钢箱，采用开口槽形断面。每片钢箱均为单室截面，单箱单室钢箱梁腹板采用直腹板形式，主梁腹板间距 3.3m，箱间腹板间距 3.m，腹板在纵桥向全桥范围内设有 2 道水平加劲肋。主梁在纵桥向每隔 6.0m 左右设 12 厚实腹式横隔板；主梁实腹式隔板间每隔 3.0m 左右设置空腹式横隔板；空腹式横隔板间每隔 1.5m 左右设置腹板向加劲肋。中、边墩处每个箱下均设置 1 个支座，钢梁支点处设支点隔板，支点隔板采用整板并设竖向支承加劲肋。

## 2 收缩应变测试试验

### 2.1 试验设备

试验中采用长沙金码系列展品中的埋入式智能弦式应变计 JMZX-215 HA/215HAT，数据采集系统采用综合测斜仪 JMZX-7000/7000L。

### 2.2 传感器工作原理

埋入式智能弦式应变计的工作原理是通过混凝土结构的弹性模量可以计算出其结构的内部应力。在混凝土浇筑之前将应变计绑扎在结构钢筋上再进行混凝土浇筑。待混凝土达到预定强度后即可进行结构的应变测量，在混凝土初凝时观测混凝土结构的收缩徐变情况。

### 2.3 传感器布置方案

选取钢混组合连续梁的负弯矩区也就是墩顶位置作为测试区域，选取中间箱梁两侧螺栓处和箱梁中间，以及和同侧箱梁中间截面为测试区域，在纵桥向上每隔 2 米设置一个测试断面，共设置 4 个测试断面。同时每个测试点设置横向和纵向各一个应变计，共计 32 个传感器。

### 2.4 应变测试结果

混凝土板各测试位置应变随时间变化的曲线如图 2 所示。

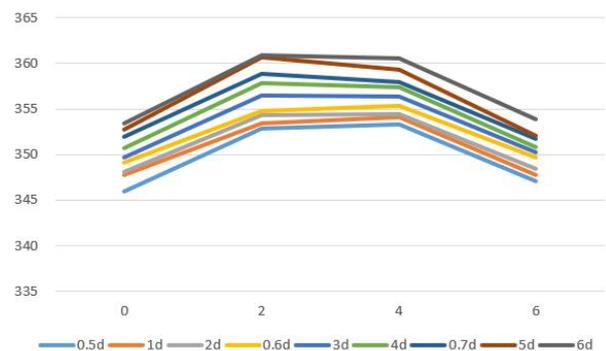


图 2 混凝土正应变随时间变化图

随着时间逐渐增加，混凝土板各断面处的测点应变逐渐增长。混凝土应变纵向分布的总趋势是靠近负弯矩

区中心越近，应变越大。

### 3 混凝土收缩影响因素分析

混凝土中的水分蒸发是引起收缩的根本原因之一。当混凝土中的水分开始蒸发时，水分分子离开混凝土的孔隙结构，导致混凝土体积收缩。这个过程是不可逆的，一旦发生，混凝土的体积将永久性地减小。因此，了解混凝土的水分含量对于预测收缩行为至关重要。水胶比（W/C）是混凝土中水分含量的关键参数。通常情况下，水胶比越高，混凝土的收缩量就越大。这意味着在梁桥的设计和施工中，需要仔细选择混凝土的水胶比，以平衡混凝土的强度和收缩性能之间的关系。

除了水胶比，环境条件也对混凝土的收缩产生重要影响。温度和湿度是主要的环境因素，它们会显著影响混凝土中水分的蒸发速率。在干燥和高温的环境下，混凝土的收缩速度会更快，可能导致裂缝的产生。因此，在桥梁的施工过程中，需要采取一系列措施来控制环境条件，以减小混凝土的收缩速度。这包括喷水保湿、使用湿布覆盖或使用特殊的防水膜来减缓水分的蒸发速率。

混凝土的配合比和材料选择也会对其收缩性能产生直接影响。选择高性能混凝土、添加剂和掺合料等可以改善混凝土的收缩性能。这些材料可以帮助减小混凝土的水胶比，从而降低了收缩风险。此外，采用适当的抗裂措施，如添加纤维增强材料或使用预应力钢筋，可以有效减少混凝土的开裂风险。这些措施有助于维持混凝土的整体稳定性，延长桥梁的使用寿命。

施工工艺和技术在混凝土的收缩控制中也扮演着关键角色。合理的浇筑和养护过程可以降低混凝土的收缩量。确保混凝土得到适当的养护，特别是在早期龄期，可以有效减少开裂的风险。同时，遵循适当的施工规范和标准可以确保混凝土结构在施工后具备足够的稳定性和耐久性。

### 4 结语

本研究通过应变测试和收缩分析深入研究了钢-混组合结构桥梁中混凝土的性能。实验结果表明混凝土在不同加载条件下表现出不同的应变特性，同时其收缩行为也受到多种因素的影响，其中最重要的影响因素就是环境湿度。这些研究结果有助于工程师更好地理解混凝土在桥梁结构中的行为，从而更好地设计和施工桥梁工程，提高其安全性和耐久性。

本研究为未来的桥梁工程提供了有价值的参考数据，同时也为混凝土材料的研究提供了新的视角，有望促进混凝土技术的发展和 innovation。然而，还需要进一步研究混凝土的应变和收缩行为，以更好地满足不断发展的桥梁工程的需求。

### 【参考文献】

- [1] 冯联武,魏军.钢-混凝土组合桥面系收缩徐变效应研究[J].公路,2011(7):95-99.
- [2] 聂建国.钢-混凝土组合结构桥梁[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [3] 公路桥涵设计通用规范: JTG D60-2015 [S].北京:人民交通出版社,2004.